

TOP-Forschungsprojekte 2020

Erklärbare Fehlerdiagnostik für Smart Cities

Professur: Informatik im Bauwesen
Prof. Dr.-Ing. Kay Smarsly
Fakultät Bauingenieurwesen



Drittmittelgeber: DFG
Fördersumme: 297.850,00 Euro

Beschreibung:

Smart Cities basieren auf drahtlosen Sensornetzen. Eine zuverlässige Diagnostik von Sensorfehlern wird besonders bei Smarter Infrastruktur, einer wesentlichen Komponente von Smart Cities, deutlich, da unbemerkte Fehler die autonomen Entscheidungsfindungsprozesse nachhaltig beeinträchtigen können. Obwohl Konzepte autonomer Fehlerdiagnostik in verwandten Forschungsbereichen lange bekannt sind, konnten diese Konzepte nicht mit der fortschreitenden „Smartifizierung“ Schritt halten und sind nicht ohne weiteres auf Smarte Infrastruktur übertragbar.

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines allgemeingültigen Fehlerdiagnostik-Frameworks für drahtlose Sensornetze in Smarter Infrastruktur, das Künstliche Intelligenz (KI) als zentralen Problemlösungsansatz vorsieht. Die Novität des KI-basierten Frameworks liegt insbesondere in der mathematischen Formulierung eines Deep Learning-Konzepts zur dezentralen Einbettung von Convolutional Neural Networks (CNN) in drahtlose Sensornetze, unter besonderer Berücksichtigung der begrenzten Ressourcen drahtloser Sensorknoten. Darüber hinaus wird eine allgemeingültige klassifikationsbasierte, mathematische Formulierung des Fehlerdiagnostikproblems erarbeitet, deren Hauptvorteil im Verzicht auf analytischen Redundanzen liegt, da die Fehlerdiagnostik allein auf mathematische, in Sensordaten inhärenten Merkmalen („Features“) aufbaut. Das fehlende Vertrauen in KI-Algorithmen mit „Black-Box“-Charakter ist gemeinhin bekannt. Deshalb wird das KI-basierte Fehlerdiagnostik-Framework durch ein so genanntes „Explainable Interface“ ergänzt, das auf der klassifikationsbasierten mathematischen Formulierung aufbaut und die Black-Box-Algorithmen in Glas-Box-Algorithmen wandelt, sodass sie transparenter und nachvollziehbarer sind. Mit einer dualen Verifizierungs- und Validierungsstrategie werden drahtlose Sensornetze in Laborversuchen getestet sowie Sensordaten einer in Betrieb befindlichen Eisenbahnbrücke verwendet.

Es wird erwartet, dass Smarte Infrastruktur aufgrund der KI-Algorithmen des Fehlerdiagnostik-Frameworks, die erklärbar und transparent sind, in die Lage versetzt wird, Sensorfehler und Fehlkalibrierungen zuverlässig selbst zu erkennen – ohne dass mehrfach redundante Sensoren, „First Principle“-Modelle (wie FE-Modelle) oder a priori Wissen über die physikalischen Prinzipien Smarter Infrastruktur erforderlich sind.

Weitere Informationen: www.uni-weimar.de/iib/forschung/forschungsprojekte/smart-cities/

Kontakt:

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Informatik im Bauwesen
Prof. Dr.-Ing. Kay Smarsly
kay.smarsly@uni-weimar.de

Coudraystr. 7
99423 Weimar
Tel. 03643 / 58 42 15

TOP-Forschungsprojekte 2020

Explainable fault diagnosis for smart cities

Chair: Computing in Civil Engineering
Professor Dr. Kay Smarsly
Faculty of Civil Engineering



Funding source: DFG
Budget: 297,850.00 Euro

Project description:

Smart cities are based on wireless sensor networks. Faults and miscalibrations in wireless sensor networks, if undetected, may degrade the quality of "big data" collected for autonomous decision making, which is imperative in smart city applications. The need for reliable fault diagnosis is particularly prominent in smart infrastructure, which is an essential component of smart cities. Although fault diagnosis concepts are not new in related research areas, these concepts have not kept pace with the ongoing "smartification" and cannot be adapted to smart infrastructure.

This project aims to develop a fault diagnosis framework for wireless sensor networks deployed in smart infrastructure. Unlike analytical redundancy approaches that are usually used to achieve fault tolerance in distributed systems, this project proposes a new methodology based on artificial intelligence (AI). The novelty of the AI-based framework is a strong mathematical formulation of a deep learning concept proposed for distributedly embedding convolutional neural networks in wireless sensor networks. In addition to the decentralization itself, the limited energy and computing resources of wireless sensor nodes are also considered. Moreover, a generally valid classification-based mathematical formulation of the fault diagnosis problem is introduced. One of the key advantages of the classification-based fault diagnosis problem formulation is the absence of analytical redundancy requirements by shifting the fault diagnosis problem to the mathematical features inherent in sensor data. Propelled by the lack of trust in AI algorithms that are black-box by nature, the AI-based fault diagnosis framework is complemented by an explanation interface based on the classification-based mathematical formulation, thus adding transparency to the AI-based fault diagnosis framework. Finally, the fault diagnosis framework is verified and validated in experimental laboratory and on a real-world railway bridge in operation.

Through the AI algorithms of the fault diagnosis framework, being explainable and transparent to engineers, it is expected that smart infrastructure will be enabled to reliably self-detect sensor faults and sensor miscalibrations – without the need for multiple redundant sensors, first-principle models (such as finite element models), or a priori knowledge on the physical principles of smart infrastructure.

Further informationen: www.uni-weimar.de/cce/research/research-projects/smart-cities/

Kontakt:

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Informatik im Bauwesen
Prof. Dr.-Ing. Kay Smarsly
kay.smarsly@uni-weimar.de

Coudraystr. 7
99423 Weimar
Tel. 03643 / 58 42 15